

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА УКРАЇНИ

НАУКОВИЙ ВІСНИК БУДІВНИЦТВА

Вип. 71

Зареєстровано 22.04.97 р. серія ХК № 457 Головним комітетом інформації
Харківської обласної державної адміністрації, перереєстровано 23.11.2010 р.
серія КВ №17253-6023 ПР Міністерством юстиції України та Постановою
Президіуму ВАК України №1-05/8 від 22.12.2010 р.

Харків
ХНУБА
ХОТБ АБУ
2013

Анотація

Вісник включає статті вчених України, в яких висвітлюються результати фундаментальних та прикладних досліджень з пріоритетних напрямків: охорона навколишнього середовища, ресурсозберігаючі технології в будівництві та будівельної індустрії, нові будівельні матеріали та конструкції, підвищення ефективності капітальних вкладень, підвищення рівня механізації та автоматизації виробничих процесів.

Для наукових працівників і спеціалістів у галузі будівництва.

Бажаючі будівельні фірми та підприємства можуть розмістити в ньому свою рекламу.

Аннотация

Вестник включает в себя статьи ученых Украины, в которых освещаются результаты фундаментальных и прикладных исследований по пріоритетным направлениям: охрана окружающей среды, ресурсосберегающие технологии в строительстве и строительной индустрии, новые строительные материалы и конструкции, повышение эффективности капитальных вложений, повышение уровня автоматизации и механизации производственных процессов.

Для научных работников и специалистов в области строительства.

Желающие строительные фирмы и организации могут разместить в нем свою рекламу.

Редакційна колегія: д-р техн. наук Д.Ф.Гончаренко (головний редактор), д-р техн. наук В.В.Савйовський, д-р техн. наук В.В.Фурсов, д-р техн. наук В.С.Шмуклер, д-р техн. наук О.Ф.Редько, д-р техн. наук С.М.Епоян, д-р техн. наук О.І. Вайнберг, д-р техн. наук Ємельянова І.А., д-р техн. наук Вінніченко В.І., д-р техн. наук Новожилова М.В., д-р арх-ри О.О. Фоменко, д-р арх-ри В.І.Кравець, д-р арх-ри В.П.Міроненко, д-р арх-ри Черкасова К.Т., канд. техн. наук Сопов В.П. (відповідальний редактор), Т.І.Ейдумова (відповідальний секретар)

Затверджено до друку згідно протоколу засідання Вченої ради ХНУБА №5 від 01.02.2013 р.

Адреса редакційної колегії: 61002, Харків-2, Сумська, 40, ХНУБА, тел. 7000-651

©Харківський національний
університет будівництва
та архітектури, 2013

©Харківське обласне
територіальне відділення
Академії будівництва
України, 2013

Бабаев В.Н., Золотов М.С., Шишкин Э.А., Скляр В.А., Гарбуз А.О.
Харьковская национальная академия городского хозяйства

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КЛЕЕВОЙ АНКЕРОВКИ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ СЕРПОВИДНОГО ПРОФИЛЯ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫДЕРГИВАЮЩЕГО УСИЛИЯ

Приводятся результаты экспериментальных исследований по определению деформативности анкерной арматурной стержней серповидного профиля класса А500С акриловыми клеями.

Наводяться результати експериментальних досліджень по визначенню деформативності анкерної арматурної стержнів серповидного профілю класу А500С акриловими клеями.

Results over of experimental researches on determination of deformability of anchoring of steel bar sickle profile of class of А500С by acrylic glues are brought.

Ключевые слова: акриловый клей, арматурный стержень серповидного профиля, бетон, тензодатчик.

В условиях реконструкции промышленных зданий и сооружений возникает необходимость надежного крепления конструкций в труднодоступных местах, в кратчайшие сроки без остановки производственных процессов. Такие конструктивные соединения можно выполнить с использованием полимерных клеев, в том числе акриловых клеев.

В связи с использованием в Украине в строительном производстве нового сортамента арматурной стали, согласно ДСТУ 3760-2006 [1], ранее были проведены расчетные эксперименты по определению влияния толщины клеевого слоя [2] и глубины заделки арматурного стержня серповидно профиля [3] на напряженно-деформируемое состояние анкерного соединения на акриловых клеях.

Как показали экспериментальные [4] и теоретические [3, 5] исследования, прочность заделки арматурных стержней класса А500С в бетон акриловыми клеями обычных составов обеспечивается при $l_{анк} = 22,5d_s$, а при использовании модифицированных акриловых клеев глубина заделки составила $l_{анк} = 17,5d_s$ (d_s – диаметр арматурного стержня).

При разработке методики проведения экспериментальных исследований использовались рекомендации [6, 7, 8].

Экспериментальные исследования прочности и деформативности клеевой анкерной арматурной стержней периодического профиля при кратковременном воздействии выдергивающего усилия проводились для стальных стержней класса А500С.

Исследовалась прочность и деформативность клеевой анкеровки в зависимости от глубины заделки арматурного стержня в железобетонные образцы (рис. 1), которые изготавливались из бетона класса В20.

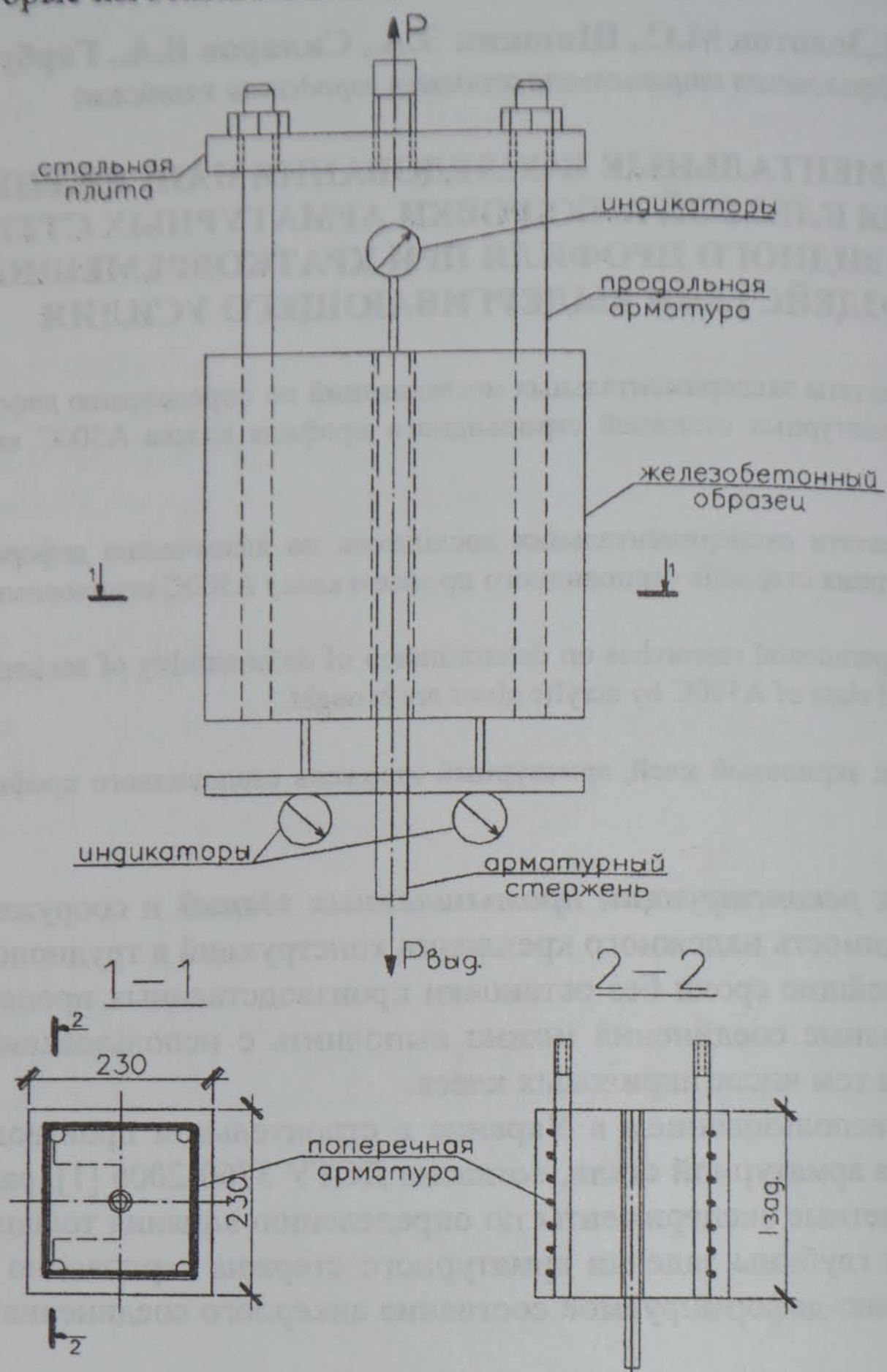


Рис. 1 - Образец анкерного соединения в результате заделки арматурного стержня в железобетонный образец и схема испытаний на выдергивание

Продольное армирование железобетонных образцов осуществлялось исходя из предполагаемых величин разрушающих усилий анкерного соединения, стальными стержнями $\varnothing 20$ A240С при глубине заделки анкера до $15d_s$ и $\varnothing 22$ A240С – свыше $15d_s$. Поперечное армирование производилось стержнями $\varnothing 3$ и $\varnothing 10$ A240С. Арматура $\varnothing 10$ A240С для поперечного армирования была принята с учетом возникающих радиальных напряжений в бетоне.

Для каждого случая поперечного армирования изготавливали по 6 серий образцов анкерных соединений с заделкой арматурных стержней акрило-

вым клеєм на глубину $l_{\text{анк}} = 17,5d_s$ и $22,5d_s$. В каждой серии было по 6 образцов. Всего было изготовлено 12 образцов.

Испытания образцов анкерных соединений проводили по схеме, приведенной на рис. 1. Одновременно определяли деформативность клеевого анкера с помощью индикаторов с ценой деления 0,001 мм. Индикаторы устанавливались таким образом чтобы возможно было замерять смещения $\Delta_{(0)}$ незагруженного и $\Delta_{(1)}$ загруженного концов заделанной части анкера. Стальная плита, через которую прикладывалась нагрузка к продольным стержням железобетонного образца, принималась повышенной жесткости. Это предотвращало от возникновения в указанных стержнях, в месте их выхода из бетона, горизонтальных сдвигающих усилий.

Для замера продольных деформаций при испытаниях образцов анкерных соединений на заделываемой в бетон части арматурного стержня наклеивались тензодатчики. Для этого на поверхности арматурного стержня в продольном направлении фрезеровался паз шириной 5 мм и глубиной 3 мм. Для контроля величины выдергивающего усилия на свободном конце арматурного стержня также в осевом направлении наклеивался тензодатчик.

Тензодатчики применялись типа ПКБ-200-20 с базой 20 мм и электрическим сопротивлением 200 Ом. Тарировку их проводили обычным путем с помощью балки равного сопротивления.

Регистрацию показателей тензодатчиков проводили с помощью цифрового измерителя деформаций типа ИДЦ-1.

Во время проведения эксперимента нагружение проводилось ступенями со скоростью 15 кН/мин., после каждой ступени нагружения давалась выдержка 15-20 минут для возможности снятия отсчетов на тензостанции. Нагружение таким образом проводилось вплоть до разрушения соединения.

Показания тензометрирования, полученные при проведении эксперимента, подвергались обработке с помощью методов математической статистики.

При исследовании напряженно-деформированного состояния анкерного соединения максимальная нагрузка P_N , при которой можно было снять показания с тензодатчиков, разбивалась на ряд значений P_i . Этапы нагружения составили $\Delta P_i = 20$ кН, или:

$$\Delta P_i = \frac{P_N}{N}; \quad (1)$$

где $N = 9$ – количество этапов нагружения.

Величина нагрузки на i -том этапе нагружения определяется как

$$P_i = \Delta P_i \cdot i; \quad i = 1, 2, 3, \dots, N. \quad (2)$$

На каждом этапе нагружения производились замеры показаний тензодатчиков ϵ_i , по которым определялись значения относительных удлинений и перемещений в месте установки тензодатчика при изменении нагрузки от P_i до P_N .

Систематические (инструментальные) погрешности примененной аппаратуры (ИДЦ-1 согласно паспортным данным имеет погрешность на замер до 1%) незначительны. Тогда замеренное значение:

$$e_i = n(P_i) + \delta_i; \quad i = 1, 2, 3, \dots, N. \quad (3)$$

где δ_i – случайные погрешности измерений, математическое ожидание которых $M_{\delta_i} = 0$.

Задача статистической обработки состоит в отыскании зависимости $\tilde{n}(P_i)$ по величине e_i , содержащей неизвестные случайные погрешности δ_i . В общем случае нам неизвестны ни вид зависимости (3), ни ее параметры. Поэтому определим приближенную аппроксимирующую функцию $\tilde{n}(P_i)$.

Характер зависимости лучшим образом записывается следующим выражением:

$$\tilde{n}(P_i) = \alpha_1 + \alpha_2 P_i \quad (4)$$

Коэффициенты α_1 и α_2 определяются из выражений:

$$\alpha_1 = \frac{2}{(N^2 - 1)N} \cdot \sum_{k=1}^n [(2N + 1) - 3i] \cdot e_i; \quad (5)$$

$$\alpha_2 = \frac{2}{(N^2 - 1)N} \cdot \sum_{k=1}^n [2i \cdot (N + 1)] \cdot e_i. \quad (6)$$

Аппроксимирующая функция (4) наилучшим образом приближается к искомой, так как ее параметры (5) и (6) найдены по способу наименьших квадратов, а искомая функция $\tilde{n}(P_i)$ задана рядом своих значений e_i (3).

Относительное удлинение в месте установки датчиков при изменении нагрузки от $P=0$ до $P_i=P_N$ находим по выражению:

$$\varepsilon(P_i) = C_R \cdot \tilde{n}(P_i); \quad (7)$$

где C_R – цена деления измерительного прибора в единицах относительного измерения, сопротивления, определенная в результате тарирования тензодатчиков, в нашем случае $C_R = 10^{-5}$.

Определив таким образом относительное удлинение в местах установки датчиков на арматурный стержень по известному выражению:

$$\sigma_{sz}(P_i) = \varepsilon_{sz}(P_i) \cdot E_s = C_R \cdot \tilde{n}(P_i) \cdot E_s \quad (8)$$

определяем нормальные осевые напряжения в анкере.

На графике (рис. 2) показаны аппроксимирующие прямые, построенные согласно выражения (8) и представляющие нормальные растягивающие осевые напряжения $\sigma_{sz1}(P_i) \dots \sigma_{sz7}(P_i)$. Эти напряжения возникают в местах установки тензодатчиков, в точках 1...7, при заделке арматурного стержня в бетон на глубину $l_{анк} = 17,5d_s = 35$ см. Для остальных случаев заделки анкера характер аппроксимирующих прямых такой же.

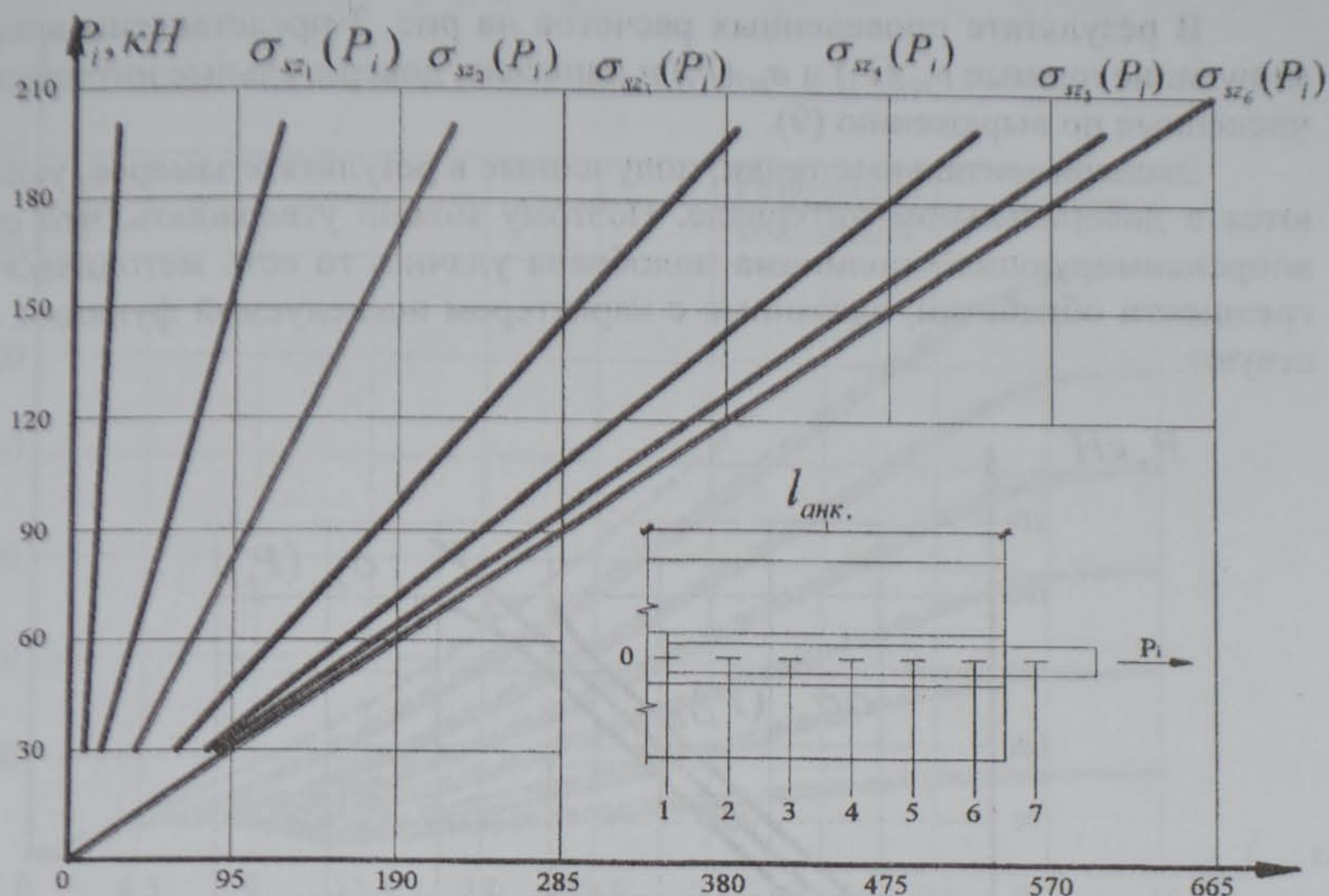


Рис. 2 - Аппроксимирующие прямые $\sigma_{sz1}(P_i) \dots \sigma_{sz7}(P_i)$, представляющие нормальные растягивающие осевые напряжения в арматурном стержне в местах установки тензодатчиков при $l_{анк.} = 17,5d_s = 35$ см

Для оценки точности и надежности результатов обработки было использовано понятие о доверительном интервале. В качестве примера приведены доверительные интегралы для аппроксимирующих прямых $\sigma_{sz1}(P_i)$ (рис. 3а) и $\sigma_{sz7}(P_i)$ (рис. 3б), построенных по замерам показаний датчиков 4 и 7, установленных на арматурном стержне, заделанном в бетон на глубину $l_{анк} = 35$ см. Доверительный интервал строился согласно выражению:

$$d[\sigma_{sz}(P_i)] = \pm \gamma_p \cdot S \sqrt{\frac{2(2N^2 + 3N + 1) - 6(N + 1 - i)}{N(N^2 - 1)}} \cdot C_R \cdot E_s. \quad (9)$$

В выражении (9) величина γ_p определяется по t -распределению Стьюдента [9, 10] и зависит от надежности p и числа степеней свободы:

$$k = N - 2 = 9 - 2 = 7 \quad (10)$$

Для нашего случая $\gamma_p = 4.604$ при надежности $p = 92\%$.

Среднеквадратичное отклонение S , характеризующее разброс непосредственных замеров e_i от аппроксимирующей функции (4), находится по выражению:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \alpha_1 - i\alpha_2)^2}{N - 2}. \quad (11)$$

В результате проведенных расчетов на рис. 3 представлены аппроксимирующие прямые $\sigma_{sz4}(P_i)$ и $\sigma_{sz7}(P_i)$ и нанесены доверительные интервалы, вычисленные по выражению (9).

Экспериментальные точки, полученные в результате замеров, укладываются в доверительном интервале. Поэтому можно утверждать, что степень аппроксимирующего полинома подобрана удачно, то есть методические погрешности обработки, связанные с характером исследуемой функции, отсутствуют.

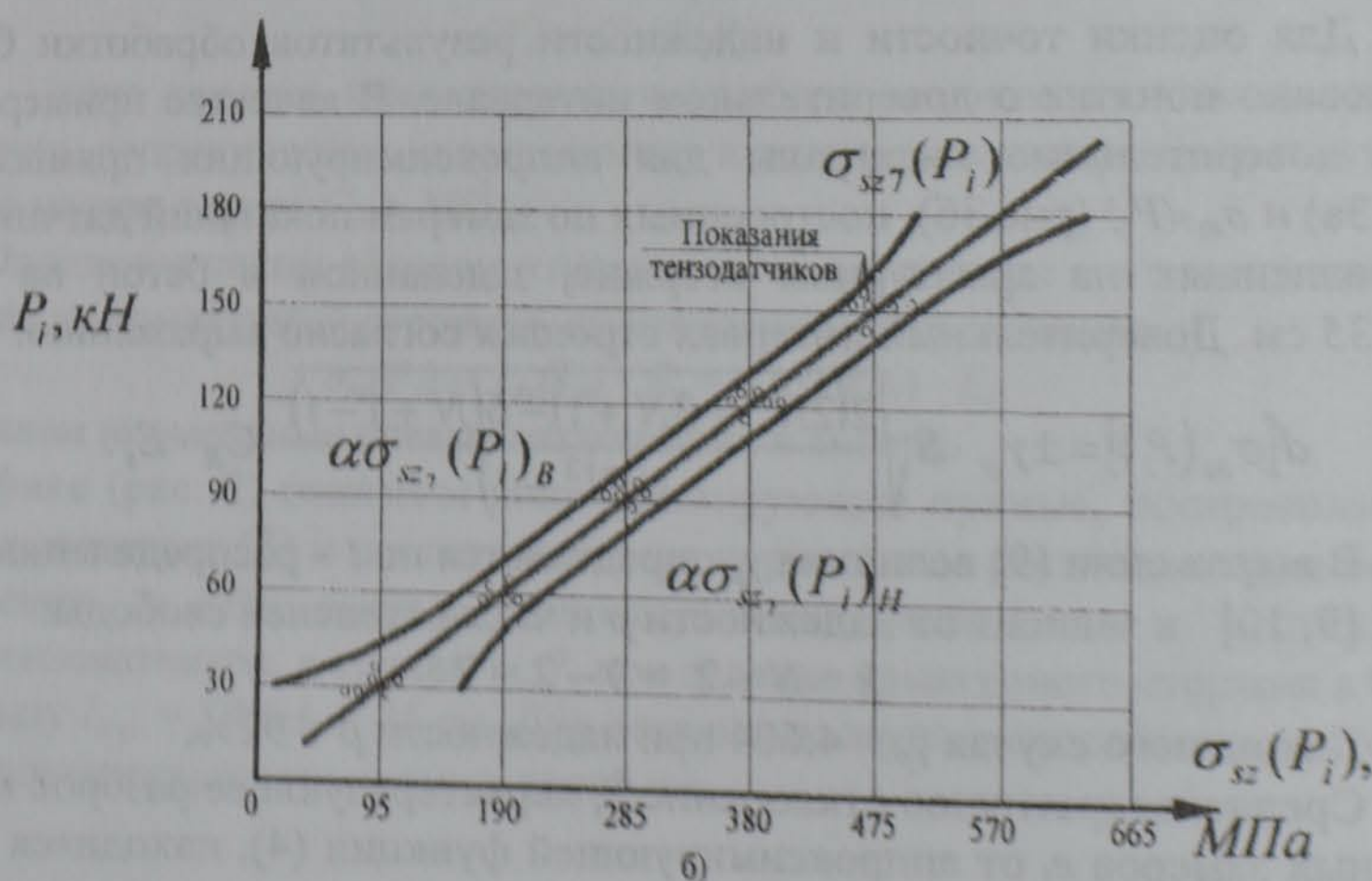
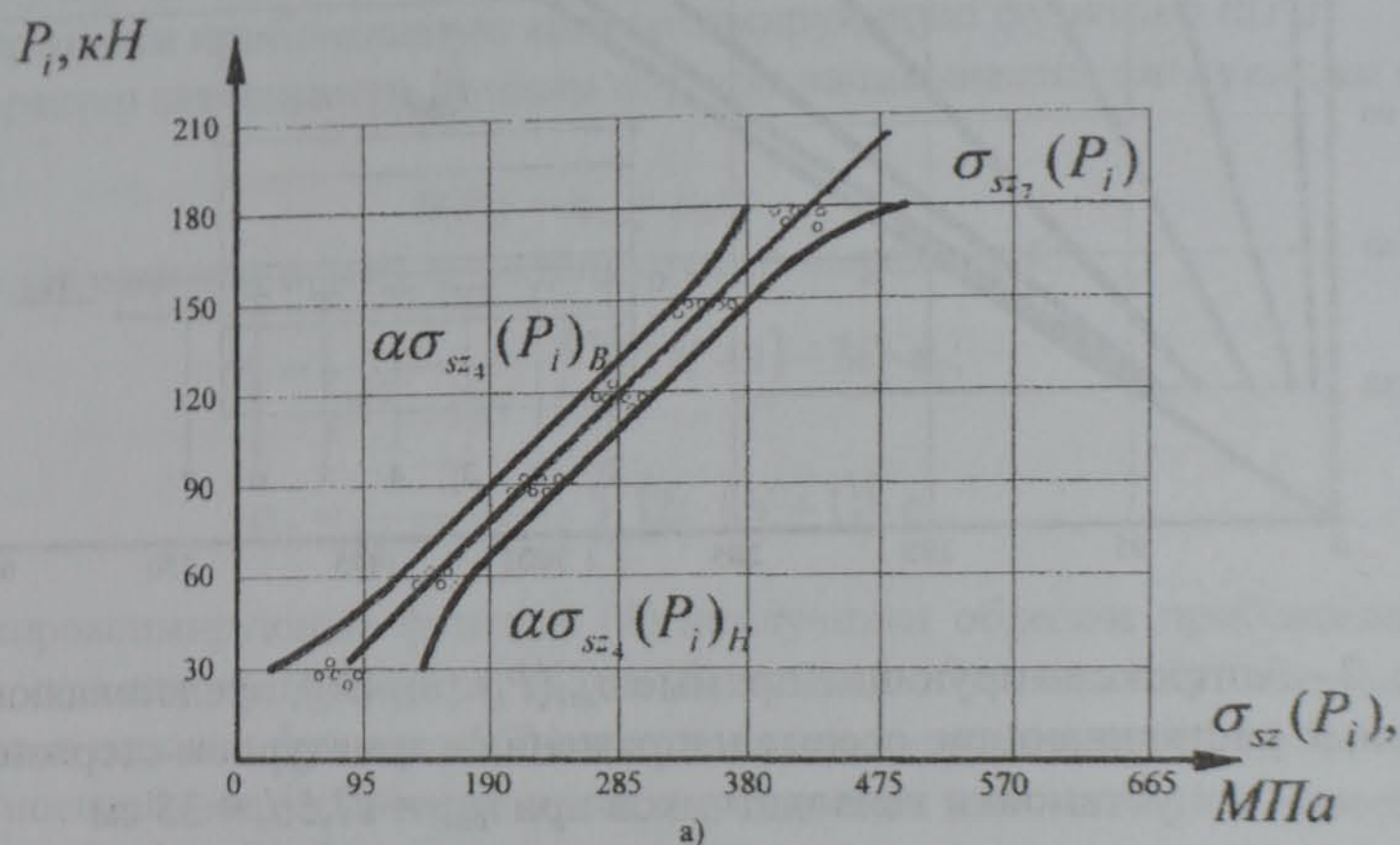
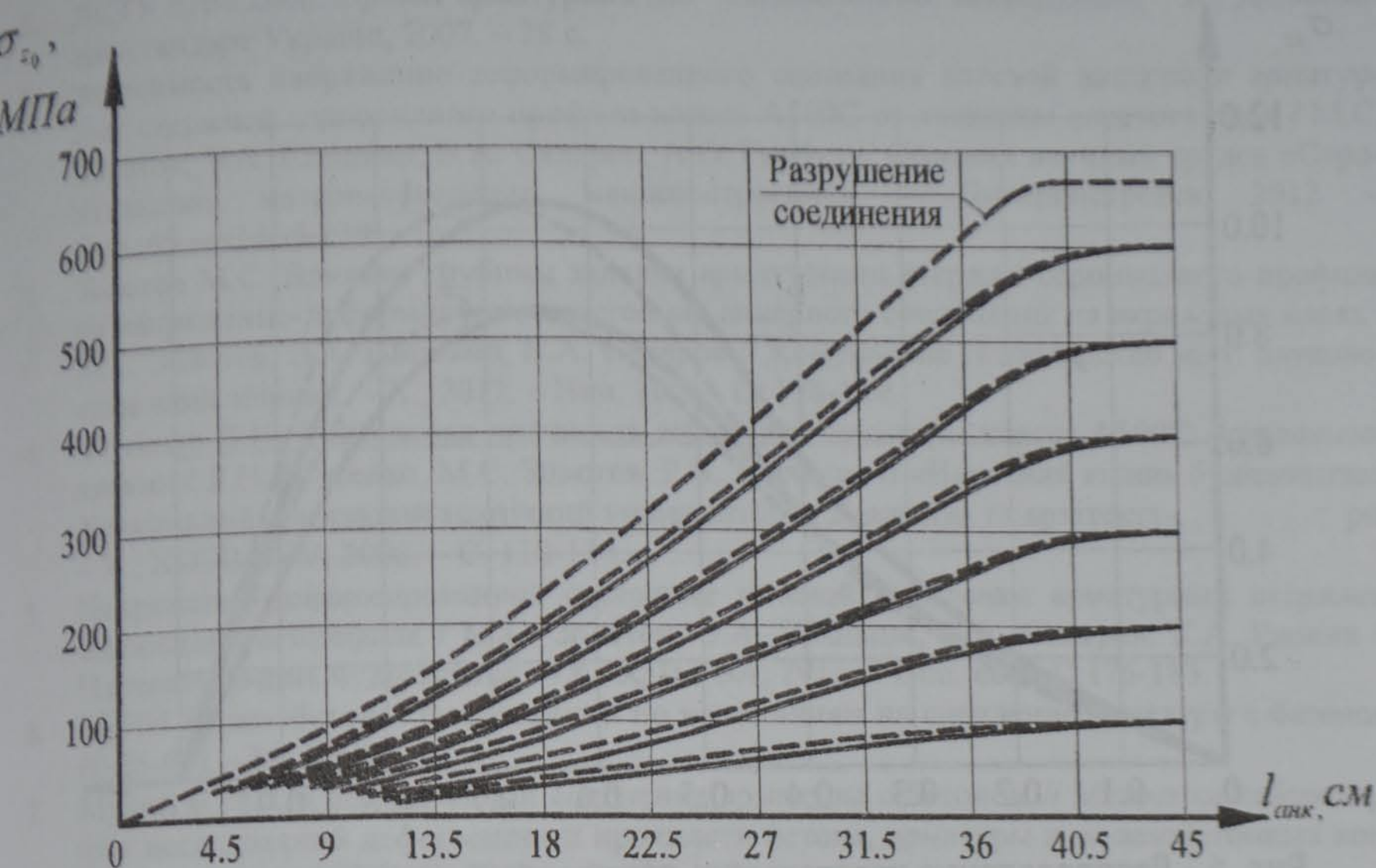
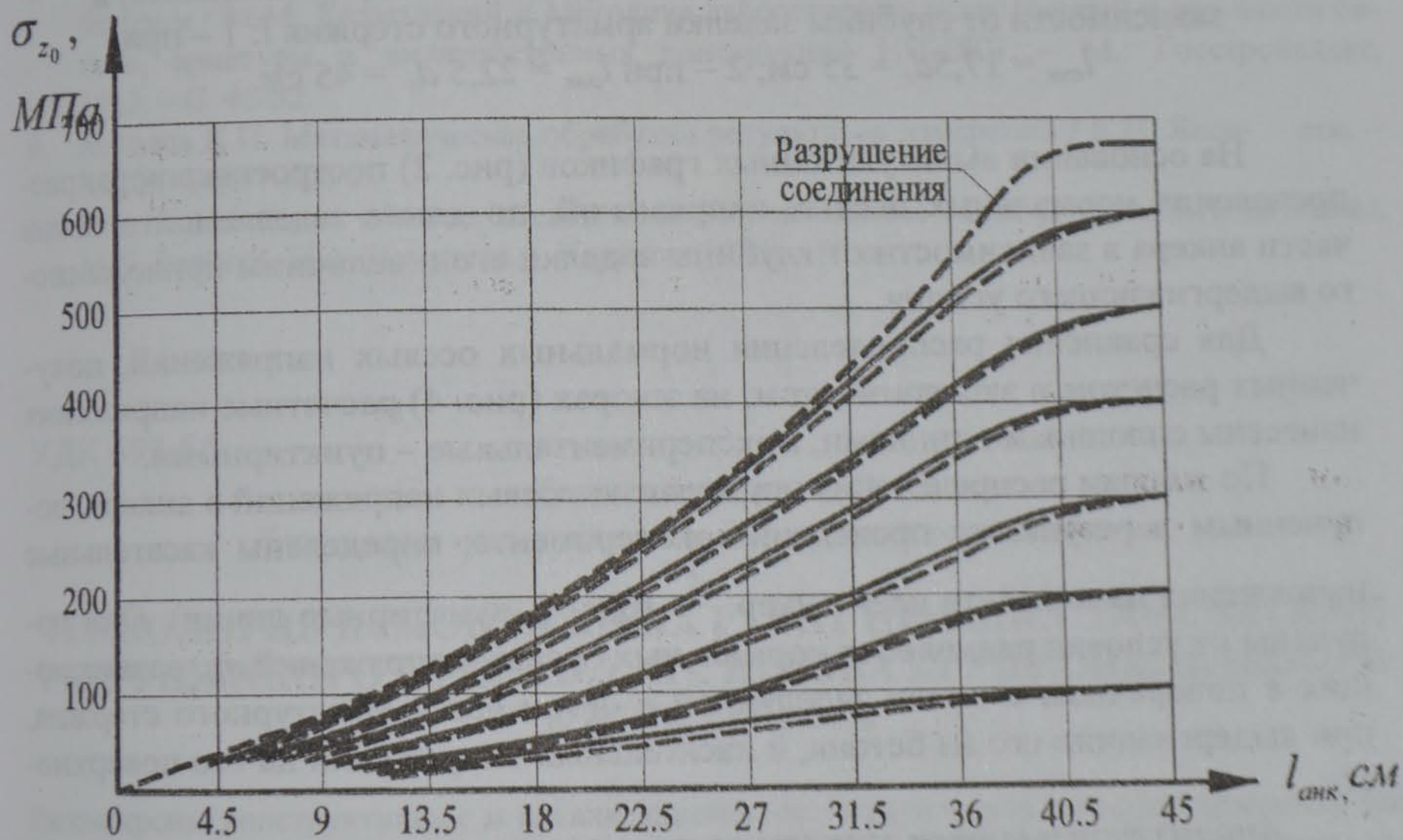


Рис. 3 - Доверительные полосы для аппроксимирующих прямых $\sigma_{sz4}(P_i)$ и $\sigma_{sz7}(P_i)$ при заделке арматурного стержня в железобетонную призму на глубину $l_{анк.} = 17,5d_s = 35$ см



а)



б)

Рис. 4 - Распределение нормальных осевых напряжений в арматурном стержне при заделке его в железобетонную призму на глубину $l_{анк.} = 17,5d_s = 35$ см (а) и $l_{анк.} = 22,5d_s = 45$ см (б) (сплошные линии – расчетные кривые, пунктирные – экспериментальные)

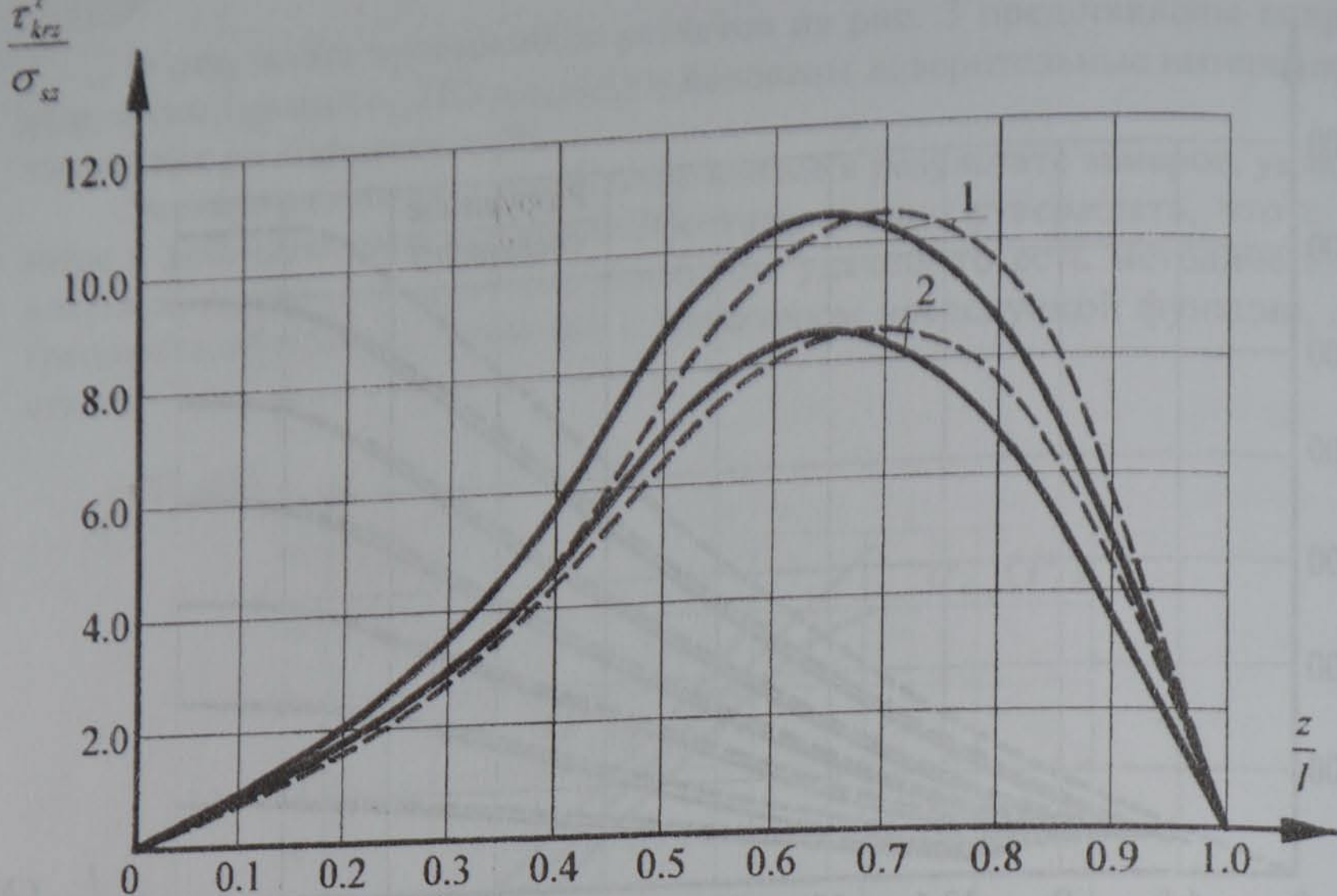


Рис. 5 - Распределение касательных напряжений на контакте клей-анкер (сплошные линии – расчетные, пунктирные – экспериментальные) в зависимости от глубины заделки арматурного стержня l : 1 – при $l_{\text{анк}} = 17,5 d_s = 35$ см; 2 – при $l_{\text{анк}} = 22,5 d_s = 45$ см.

На основании выше указанных графиков (рис. 2) построены эпюры распределения нормальных осевых напряжений, по длине заделанной в бетон части анкера в зависимости от глубины заделки его и величины приложенного выдергивающего усилия.

Для сравнения распределения нормальных осевых напряжений, полученных расчетом и экспериментом, на эпюрах (рис. 4) расчетные напряжения нанесены сплошными линиями, а экспериментальные – пунктирными.

По эпюрам распределения нормальных осевых напряжений в анкере, полученным в результате проведения эксперимента, определены касательные напряжения на контакте клей-анкер τ_{krz}^l (рис. 5, пунктирные линии). Они получены из условия равновесия нормальных осевых напряжений σ_{sz} , возникающих в поперечном сечении заделанной в бетон части арматурного стержня, при выдергивании его из бетона, и касательных напряжений на его поверхности.

Анализ результатов экспериментов позволяет сделать следующие выводы. Полученные экспериментальным путем значения напряжений клеевого анкера совпадают с теоретическими значениями указанных напряжений [2,3]. Эти результаты подтверждают правильность выбора математической модели клеевой анкеровки арматурных стержней серповидного профиля класса А500С [5].

ЛИТЕРАТУРА:

1. ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 28 с.
2. Зависимость напряженно-деформированного состояния клеевой анкеровки арматурных стержней серповидного профиля класса А500С от толщины клеевого слоя / М.С. Золотов, Э.А. Шишкин, В.А. Скляр, А.О. Гарбуз // Сборник научных трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение». – Днепропетровск, 2012. – Вип. 65. – С.235-239.
3. Золотов М.С. Влияние глубины заделки арматурного стержня серповидного профиля на напряженно-деформируемое состояние анкерного соединения на акриловых клеях / М.С. Золотов, Э.А. Шишкин, В.А. Скляр // Комунальне господарство міст: науково-технічний збірник. – Х., 2012. – Вип. 105. – С. 118-124.
4. Шутенко Л.Н. Длительная прочность анкеровки арматуры класса А500С акриловыми клеями / Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, Р.Б. Ткаченко // «Науковий вісник будівництва» Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури. – Х.: ХОТВ АБУ, 2008. – С. 110-114.
5. Напряженно-деформированное состояние клеевой анкеровки арматурных стержней серповидного профиля / М.С. Золотов, Э.А. Шишкин, В.А. Скляр, К.А. Рапина // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХДТУБА, 2011. – Вип. 66. – С.176-183.
6. ВНИИ Железобетон: Рекомендации по испытаниям на сцепление арматуры с бетоном (Р-36-67). – М., 1968. – 68 с.
7. Мулин Н.М. Об исследовании сцепления арматуры с бетоном // Методика лабораторных исследований деформации и прочности бетона, арматуры и железобетонных конструкций. – М.: НИИЖБ, 1962. – С. 103-107.
8. Холмянский М.М. Методика экспериментальных исследований сцепления арматуры с бетоном / М.М. Холмянский // Методика лабораторных исследований и прочности бетона, арматуры и железобетонных конструкций НИИЖБ. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 46-52.
9. Яковлев К.П. Математическая обработка результатов измерений / К.П. Яковлев. – М.-Л., 1950. – 228 с.
10. Опыт применения клеевых соединений в строительстве / В.В. Душин, Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, Н.А. Псурцева. – Харьков, 1985. – 98 с.

УДК 693.54

Константинов А.С.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ТЕХНОЛОГИЯ ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ РАЗРУШЕННОГО В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЗРЫВА КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Рассмотрены конструктивные и организационно-технологические решения принятые при восстановлении крупнопанельного жилого дома частично разрушенного в результате взрыва газового баллона.

Особое внимание уделено демонтажу деформированных в результате взрыва стеновых панелей. Приведены конструктивные решения временного крепления стеновых панелей с целью недопущения их обрушения до начала демонтажных работ.